



PG10766 i-1

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift DE 199 09 576 A 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 04 J 3/22**  
H 03 M 13/00  
H 04 L 27/34  
H 04 B 7/14  
G 08 C 17/02

21 Aktenzeichen: 199 09 576.0  
22 Anmeldetag: 4. 3. 99  
43 Offenlegungstag: 16. 9. 99

DE 199 09 576 A 1

30 Unionspriorität:

9804640 04. 03. 98 GB  
9804639 04. 03. 98 GB

71 Anmelder:

International Mobile Satellite Organization,  
London, GB

74 Vertreter:

Strehl, Schübel-Hopf & Partner, 80538 München

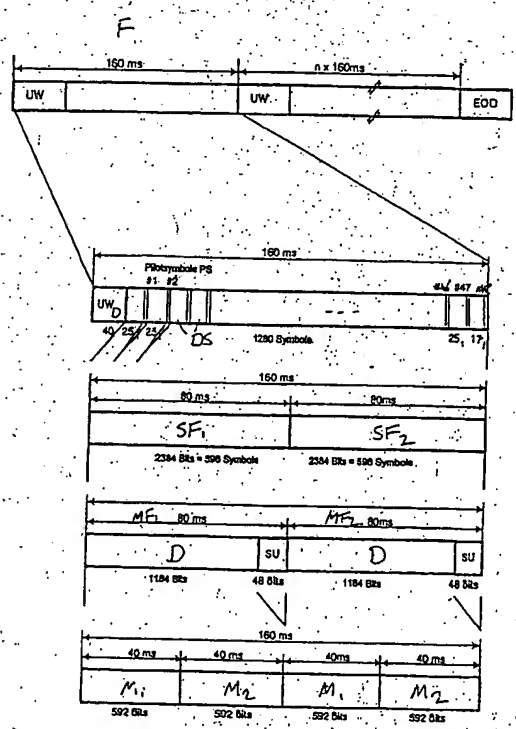
72 Erfinder:

Christodoulides, Louis Mimis, Milton Keynes,  
Buckinghamshire, GB; Feldman, Howard Ray,  
Middlesex, GB; Trachtman, Eyal, London, GB;  
Wong, Siu Wah, London, GB; Wong, Hok Shuen,  
Guildford, Surrey, GB

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Nachrichtenübertragungsverfahren und -vorrichtung

57 Für ein Satelliten-Nachrichtensystem wird eine Gruppe von Formaten und Protokollen vorgeschlagen. Bei diesen Formaten wird nach allen 25 oder 29 Datensymbolen ein Pilotsignal (PS) eingefügt. Die Formate bestehen aus SCPC-Rahmen (F), die entweder Daten (D) und Inband-Signalinformationen (SU) oder nur Signalinformationen (SU) enthalten können. In jedem Fall wird der Inhalt jedes Rahmens (F) vor der Übertragung mit der gleichen Codierate zur Fehlerkorrektur codiert. Jeder Datenrahmen (F) führt den Dateninhalt einer ganzen Zahl von Eingangs-Benutzerdatenrahmen (M), deren jeder vier Teilrahmen aufweist. Für verschiedene Eingangsdatenraten werden unterschiedliche Symbolübertragungsraten benutzt, die so gewählt sind, daß sich ihre unterschiedlichen Synchronisiertaktraten leicht von einem gemeinsamen Taktgeber erzielen lassen. Datenbündeln kann ein Vorwort (P) mit konstantem Energiepegel vorangehen. Die Formate und Protokolle erfüllen die Anforderungen eines Satelliten-Nachrichtensystems mit hoher Datenrate.



DE 199 09 576 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Nachrichtenübertragung und betrifft insbesondere ein Verfahren und eine Vorrichtung für mobile Satelliten-Nachrichtenübertragung mit kurzer Verarbeitungsverzögerung, hohem Codier-Verstärkungsfaktor und effizienter Ausnutzung der Bandbreite.

Über mobile Satelliten-Übertragungssysteme stehen Sprach-, Telefax- und Daten-Übertragungsmöglichkeiten zur Verfügung. So gestatten die Systeme Inmarsat-M<sup>TM</sup> und Inmarsat mini-M<sup>TM</sup> eine Datenübertragungsrate von 2,4 kbit/s, während das System Inmarsat-B<sup>TM</sup> Datenübertragungsraten bis hinauf zu 16 kbit/s ermöglicht. Terrestrische Nachrichtensysteme arbeiten allerdings üblicherweise mit Datenübertragungsraten von 28,8 kbit/s über PSTN gemäß der ITU V.34-Norm, wobei über ISDN Datenübertragungsraten von 56 oder 64 kbit/s pro Kanal zur Verfügung stehen. Viele Anwendungen auf Internetbasis und Konferenzsysteme erfordern Datenübertragungsraten, wie sie bei terrestrischen Netzwerken verfügbar sind. Derartige Anwendungen können mit herkömmlichen mobilen Satelliten-Endgeräten nicht befriedigend benutzt werden.

Mobile Satelliten-Übertragungskanäle sind insbesondere dann, wenn sich die mobile Station bewegt, vielen verschiedenen Rauschquellen wie auch Schwund ausgesetzt. Soll der Betrieb eine mit terrestrischen Datenübertragungen vergleichbare Leistungsfähigkeit aufweisen, so werden Bitfehlerraten von  $10^{-6}$  oder weniger gewünscht, was die über Satellitenkanal erreichbare Datenübertragungsrate begrenzt. Zur Verringerung der Bitfehlerrate können die Daten zwar zur Fehlerkorrektur codiert werden; dies verringert aber ebenfalls die Datenrate.

Satellitenübertragungen arbeiten typischerweise mit einer wesentlich höheren Verzögerung als terrestrische Übertragungen. Außer der Verzögerung bei der Ausbreitung zwischen einer Bodenstation und einem Satellit, treten Verzögerungen auch beim Formatieren der Daten in Übertragungsrahmen und beim Codieren der Daten zur Fehlererfassung und -korrektur auf. Zwar läßt sich die Bitfehlerrate eines Satellitenkanals durch komplexe Codier- und Decodier-Algorithmen verringern, doch benötigen diese Algorithmen Pufferung und intensive Verarbeitung, was die Verzögerung erhöht. Übermäßige Verzögerungen sind Echtzeit-Anwendungen wie Telefonie und Konferenzübertragungen abhold.

US 5,568,483 A beschreibt ein Verfahren zum Formatieren von Daten unterschiedlicher Datenraten zur Übertragung über ein Übertragungsmedium. EP 0 676 875 A offenbart ein Übertragungsverfahren für Funkschaltungen, etwa Satellitenschaltungen, bei denen Daten mit einer von der Priorität der übertragenen Daten abhängigen variablen Rate codiert werden.

WO 96/164492 A offenbart eine digitale Funkübertragungstechnik, bei der in einen Strom von Datensymbolen periodisch Pilotsymbole eingefügt werden.

Gemäß einem Aspekt sieht die Erfindung eine Satelliten-Übertragungstechnik vor, bei der nach jeweils 25 oder 29 Datensymbolen ein Pilotsymbol übertragen wird.

Gemäß einem weiteren Aspekt vermittelt die Erfindung ein Verfahren zum Übertragen sowohl von Benutzerdaten als auch bandinternen Signalinformationen derart, daß Rahmen übertragen werden, die entweder gemultiplexte Benutzerdaten und Signalinformationen oder gemultiplexte Signalinformationen und Blinddaten enthalten, wobei die Rahmenlänge in beiden Fällen gleich ist.

Gemäß einem weiteren Aspekt vermittelt die Erfindung ein Verfahren zum Formatieren von Benutzerdaten, die in vier Teilrahmen jeweils gleicher Länge umfassenden Benutzerdatenrahmen empfangen werden, in Ausgangsrahmen, deren jeder einer ganzen Zahl von Benutzerdatenrahmen entspricht.

Gemäß wieder einem anderen Aspekt schafft die Erfindung ein Satellitenübertragungssystem, bei dem Daten mit einer von mehreren unterschiedlichen Datenraten übertragen werden, die so gewählt sind, daß sich jede dadurch erzeugen läßt, daß eine Taktrate wenige Male nur durch kleine Primzahlen dividiert wird.

Ein Vorteil der Erfindung besteht darin, daß sich geringer Signal-Verwaltungsaufwand und geringe Vergeudung von Bandbreite erzielen lassen. Ein weiterer Vorteil ist daran zu sehen, daß die Rahmenlänge so gewählt ist, daß geringe Rahmenverzögerung auftritt, während die Rahmenlänge ausreicht, um eine hohe Fehlerkorrektur-Codierverstärkung zu erreichen.

Spezielle Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend anhand der Zeichnungen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigt

- Fig. 1 ein Schemadiagramm eines Satelliten-Nachrichtensystems,
- Fig. 2a ein schematisches Schaltbild eines Senders in dem System nach Fig. 1,
- Fig. 2b ein schematisches Schaltbild eines Empfängers in dem System nach Fig. 1,
- Fig. 3 ein schematisches Schaltbild eines Turbocodierers in dem Sender nach Fig. 2a,
- Fig. 4 ein Diagramm des von dem Modulator nach Fig. 2a ausgeführten Modulationsschemas,
- Fig. 5 ein Diagramm des Rahmenformats, wie es bei der Übertragung zwischen Bodenstationen in einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung benutzt wird,
- Fig. 6a bis 6c Diagramme mit Einzelheiten des Rahmenformats nach Fig. 5 in einem Datenübertragungsmodus,
- Fig. 7a bis 7c Diagramme mit Einzelheiten des Rahmenformats nach Fig. 5 in einem Signalmodus,
- Fig. 8 ein Diagramm des Rahmenformats, wie es zur Übertragung zwischen Bodenstationen in einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung benutzt wird,
- Fig. 9a bis 9c Diagramme mit Einzelheiten des Rahmenformats nach Fig. 8 in einem Datenübertragungsmodus,
- Fig. 10a bis 10c Diagramme mit Einzelheiten des Rahmenformats nach Fig. 8 in einem Signalmodus,
- Fig. 11 ein Diagramm des Rahmenformats, wie es bei Übertragungen zwischen Bodenstationen in einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung benutzt wird,
- Fig. 12a bis 12c Diagramme mit Einzelheiten des Rahmenformats nach Fig. 11 in einem Datenübertragungsmodus,
- Fig. 13a bis 13c Diagramme mit Einzelheiten des Rahmenformats nach Fig. 11 in einem Signalmodus,
- Fig. 14a bis 14c Diagramme zur Veranschaulichung des Formats von MTU-Rahmen in einem auf Telefaxübertragung angewendeten ersten Ausführungsbeispiel,
- Fig. 15a bis 15c Diagramme zur Veranschaulichung des Formats von MTU-Rahmen bei Anwendung auf Telefax- oder

Multimedia-Übertragungen in einem zweiten Ausführungsbeispiel,

Fig. 16 ein Protokollniveau-Diagramm zur Veranschaulichung des Systems nach Fig. 1 in einem Multimedia-Modus, und

Fig. 17 eine Variante der Formate der ersten bis dritten Ausführungsbeispiele.

Gemäß Fig. 1 ist ein mobiles Endgerät 4 mit einer mobilen Bodenstation (MES) 6 verbunden. Das Endgerät 4 sendet Digitaldaten an die MES 6 zur HF-Modulation und Übertragung an einen Satellit 8, und die MES 6 empfängt und demoduliert Digitaldaten von dem Satellit 8, wobei die demodulierten Daten dann an das Endgerät 4 gesandt werden.

Der Satellit 8 trägt eine Mehrstrahl-Antenne 9, die mehrere Fleckstrahlen SB<sub>1</sub> bis SB<sub>5</sub> zum Senden und Empfangen von Signalen über eine Benutzerverbindung sowie einen die Überdeckungsbereiche sämtlicher Fleckstrahlen SB abdeckenden Globalstrahl GB erzeugt. Der Satellit 8 trägt ferner eine Feeder-Verbindungsantenne 11, die einen auf eine Landfunk-Bodenstation (LES) 10 gerichteten Feeder-Verbindungsstrahl zum Senden und Empfangen von Signalen über eine Feeder-Verbindung erzeugt.

Der Satellit 8 ist mit Transpondern ausgerüstet, die modulierte Signale in jedem der Fleckstrahlen SB und in dem Globalstrahl GB empfangen, auf eine Zwischenfrequenz umsetzen, verstärken und auf einer von der empfangenen Frequenz verschiedenen Frequenz in dem Feeder-Verbindungsstrahl FB wieder aussenden. In ähnlicher Weise werden von der LES 10 über den Feeder-Verbindungsstrahl FB übertragene Signale auf einer verschiedenen Frequenz über einen der Fleckstrahlen SB oder den Globalstrahl GB wieder ausgesandt. Auf diese Weise verbindet der Satellit 8 die MES 6 mit der LES 10, so daß von der MES 6 ausgesandte Signale über den Satellit 8 von der LES 10 empfangen werden und umgekehrt.

Beim Verbindungsaufbau werden Signale über die MES 6 in dem Globalstrahl GB ausgesandt und empfangen, wobei in einem der Fleckstrahlen SB, in dem sich die MES 6 befindet, Kanäle zugeordnet werden. Sodann erfolgen Aussenden und Empfang von Benutzerdaten über die Fleckstrahl-Kanäle. Beispiele derartiger Anordnungen stellen die Satelliten Inmarsat-3<sup>TM</sup> dar, die den Dienst Inmarsat-mini-M<sup>TM</sup> unterstützen.

Die LES 10 ist über ein Netz 14, im vorliegenden Fall ein PSTN-Netz, einschließlich eines geeigneten Interfacegerätes für das Netz 14, etwa ein PSTN-Modem, mit einem festen Endgerät 18 verbunden, bei dem es sich um ein Telefon, Telex- oder Datenendgerät handelt. Alternativ kann es sich bei dem Netz 14 um ein ISDN-Netz (Integrated Services Digital Network) handeln.

Fig. 2 zeigt die relevanten Funktionsteile eines Senderabschnitts der MES 6 und der LES 10. Die Funktionen der MES 6 und der LES 10 unterscheiden sich in anderer Hinsicht; der Einfachheit halber werden jedoch das gleiche Schaltbild und die gleichen Bezugszeichen für die jeweiligen Teile verwendet. Parallele Datenverbindungen sind mit doppelten Schrägstrichen bezeichnet.

Ein Interfaceteil 20 weist ein Anschlußinterface 20a zur Verbindung mit dem Netz 14 oder dem mobilen Endgerät 4 auf. Das Anschlußinterface 20a umfaßt einen für die Verbindung geeigneten physischen Verbinder, etwa des Typs RJ11 zum analogen Zweidraht-Anschluß oder des Typs RS-232C zum Digitalanschluß. Handelt es sich um einen Analoganschluß, so enthält das Anschlußinterface 20a auch einen Demodulator.

Das Interfaceteil 20 enthält ferner einen Puffer 20b zur Signalfußsteuerung und/oder zeitnahen Pufferung. Von dem Interfaceteil 20 werden die Daten an eine Modeminterface-Einheit (MIU) 20 abgegeben, die Übertragungsprotokolle kompatibel mit denen des mobilen Endgeräts 4 und des festen Endgeräts 18 ausführt. Beispielsweise mag die MIU 22 mit der ITU-Empfehlung T.30 kompatible Telefaxprotokolle ausführen. Handelt es sich bei dem Netz 14 um ein ISDN-Netz, so übersetzt die MIU 22 gegebenenfalls ISDN-Signalnachrichten in Satelliten-Signalnachrichten.

Von der MIU 22 werden Daten an einen Multiplexer 24 abgegeben, wo sie mit von einem Signaleinheitspuffer 25 eingegebenen Signalinformationen gemultiplext werden. Die Ausgangsdaten des Multiplexers 24 werden in einem Verwürfler 26, der mit einem während des Verbindungsaufbaus bestimmten Verwürflungsvektor arbeitet, verwürfelt und in einem Codierer 28 codiert. Der Codierer 28 arbeitet mit einem als "Turbo"-Code bekannten parallelen Kaskade-Faltungscodier, der eine Art von für digitale Hochfrequenzübertragung besonders geeigneter Vorwärts-Fehlerkorrektur bewirkt. Einzelheiten des Codierers 28 sind in Fig. 3 gezeigt. Die von ihm ausgegebenen Daten- und Paritätsbits werden von einem Sendesynchronisator 30 gepuffert und als 4-Bit-Gruppen an einen 16QAM-Modulator 32 (16QAM = Quadratur-Amplitudenmodulation mit 16 Zuständen) abgegeben, der jede der 4-Bit-Gruppen als ein 16QAM-Symbol moduliert. Der Sendesynchronisator erhält ferner Datengruppen, die ein spezielles Einzelwort (UW) von 40 Symbolen enthalten. Die 16QAM-Symbole werden an den Satellit 8 übertragen, wobei das spezielle Einzelwort am Beginn der Datenübertragung gesendet wird, um den Kanal für den Empfänger zu identifizieren.

Die Zeitsteuerung des Senders erfolgt über einen Taktgeber 34, der die Senderstufen mit Rahmen- und Symbol-Zeitsteuersignalen versorgt.

Fig. 2b zeigt die relevanten Funktionsteile einer Empfängerstufe der MES 6 und der LES 10. Die Funktionen der MES 6 und der LES 10 sind in anderer Hinsicht voneinander verschieden; der Einfachheit halber werden jedoch für die jeweiligen relevanten Teile das gleiche Schaltbild und die gleichen Bezugszeichen benutzt. Die Funktionen der Empfängerstufe sind bezüglich der entsprechenden Funktionen der in Fig. 2a gezeigten Senderstufe invertiert, weshalb in Fig. 2b die gleichen Bezugszeichen verwendet werden, die zur Bezeichnung der Inversion mit einem Apostroph versehen sind.

Von dem Satellit 8 empfangene Symbole werden durch einen 16QAM-Demodulator 32' demoduliert und als vier Bits an einen Phasen/Einzelwort-Detektor 30' ausgegeben, der Phase und Rahmenzeit des empfangenen Signals feststellt sowie das spezielle Einzelwort erfaßt. Die empfangenen Daten werden in einem Decoder 28' decodiert, der die turbo-codierten Daten unter Verwendung eines Decoders des Typs MAP (Maximum a priori) oder SOVA (Soft Output Viterbi Algorithmus) decodiert. Die decodierten Daten werden von einem Entwürfler 26' entwürfelt, der mit der Umkehrfunktion des von dem Verwürfler 26 benutzten Verwürflungsvektor arbeitet. Die entwürfelten Daten werden in einem Demultiplexer 24' entmultiplext, wobei Benutzerdaten von Signalinformationen abgetrennt und die Signalinformationen in einem Signaleinheitspuffer 25' gespeichert werden. Über eine Modeminterface-Einheit 22' werden die Daten an ein Interfaceteil 20' gesandt, das zum Anschluß an das Netz 14 oder das mobile Endgerät 4 dient. Der Interfaceteil 20' enthält ein Anschlußinterface 20a' und einen Puffer 20b'.

Rahmen- und Symbolsynchronisierungssignale für die verschiedenen Stufen des Empfängers werden von einem Taktgeber 35 geliefert.

In Fig. 3 ist ein Turbocodierer gezeigt, der sich zur Verwendung als Codierer 28 eignet. Danach werden Datenbits  $d_k$  einem ersten Codierer ENC1 sowie einer Verschachtelungsstufe 29 zugeführt, deren Ausgang an einen zweiten Codierer 5 ENC2 angeschlossen ist. Bei den beiden Codierern ENC1 und ENC2 handelt es sich jeweils um einen Rekursiv-Faltungscodierer mit vier Binärzwischenspeichern D1 bis D4 und Binäraddierern oder Exklusiv-ODER-Gliedern. In jedem Zyklus wird der Inhalt jedes der Binärspeicher D1 bis D3 in die Binärspeicher D2 bis D4 verschoben, während aus den vorhergehenden Inhalten von D2 bis D4 der neue Inhalt von D1 abgeleitet wird. Aus den Inhalten der Binärspeicher D1, D2 und D4 sowie dem Eingang des Binärspeichers D1 werden die Ausgangsgröße  $p_k$  des ersten Codierers und die Ausgangsgröße  $q_k$  des zweiten Codierers abgeleitet.

Die Datenbits  $D_k$ , die nicht-verschachtelten Paritätsbits  $p_k$  und die verschachtelten Paritätsbits  $q_k$  werden an den Synchronisator 30 ausgegeben, der seinerseits Bitgruppen ( $u_1, u_2, u_3, u_4$ ) parallel entsprechend einem Punktierformat ausgibt, bei dem nur einige der Paritätsbits ausgegeben werden. In einigen der Bitgruppen werden zwei Datenbits  $d_k$  und zwei Paritätsbits  $p_k$  oder  $q_k$  ausgegeben; was einen Halbdaten-Code ergibt. Bei anderen Gruppen werden drei Datenbits  $d_k$  sowie ein Paritätsbit  $p_k$  oder  $q_k$  ausgegeben, was einen Dreiviertelraten-Code ergibt. Das Verhältnis von Gruppen mit Halb- und Dreiviertelraten-Codes ist so gewählt, daß eine vorgegebene Codierrate erzielt wird.

Jede Datengruppe wird von dem 16QAM-Modulator 32 als ein Symbol moduliert. Jedes Symbol wird aus den vier Bits ( $u_1, u_2, u_3, u_4$ ) gebildet, wobei die Bits  $u_1, u_2$  die I-Komponente (Amplitude) und die Bits  $u_3, u_4$  die Q-Komponente (Phase) derart modulieren, daß

$$\begin{aligned} A_i &= [u_1, u_2] \rightarrow I \\ B_j &= [u_3, u_4] \rightarrow Q. \end{aligned}$$

Gemäß Fig. 4 handelt es sich bei dem Modulationsschema um ein 16QAM-Quadrat; es kann jedoch auch ein 16QAM-Kreis benutzt werden. In dem 16QAM-Symbol sind die Datenbits  $u_1, u_3$  am meisten geschützt. Eine Konstellationskarte ist in Tabelle 1 zusammengefaßt, wobei D den minimalen Abstand zwischen Punkten bedeutet.

In einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird eine Benutzerdatenrate von 14,4 kbit/s in einem in Fig. 5 gezeigten SCPC-Rahmenformat (SCPC = Single Channel Per Carrier; einzelner Kanal pro Träger) unterstützt. Jeder Rahmen F weist einen Header auf, der ein aus einer vorgegebenen Folge von 40 Symbolen bestehendes spezielles Einzelwort 30 (UW) enthält, um die Gewinnung des Signals und die Bestimmung des Signaltyps zu unterstützen. Die Symbole des speziellen Einzelworts bestehen nur aus zwei Bits, die auf die am meisten geschützten Bits  $u_1, u_3$  der 16QAM-Konstellation gelegt sind.

Tabelle 1

II	I0	Q1	Q0	I	Q
0	1	0	1	-3D/2	-3D/2
0	1	0	0	-3D/2	-D/2
0	1	1	0	-3D/2	D/2
0	1	1	1	-3D/2	3D/2
0	0	0	1	-D/2	-3D/2
0	0	0	0	-D/2	-D/2
0	0	1	0	-D/2	D/2
0	0	1	1	-D/2	3D/2
1	0	0	1	D/2	-3D/2
1	0	0	0	D/2	-D/2
1	0	1	0	D/2	D/2
1	0	1	1	D/2	3D/2
1	1	0	1	3D/2	-3D/2
1	1	0	0	3D/2	-D/2
1	1	1	0	3D/2	D/2
1	1	1	1	3D/2	3D/2

Die Dauer jedes Rahmens beträgt 160 ms. Das Ende einer Rahmenssequenz wird durch ein Datenendesignal EOD angezeigt. Das Format des Rahmenhauptteils hängt davon ab, ob Daten oder Signale übertragen werden.

Fig. 6a zeigt das dem Modulator 32 zugeführte Rahmenformat im Datenmodus, wobei Daten zwischen dem mobilen Endgerät 4 und dem festen Endgerät 18 übertragen werden. Das spezielle Einzelwort umfaßt ein Dateneinzelwort UW<sub>D</sub>, das anzeigt, daß der Hauptteil des Rahmens F Benutzerdaten enthält. Der Hauptteil des Rahmens umfaßt 47 Sequenzen

von 25 Datensymbolen DS, deren jedem ein Pilotsymbol PS folgt, sowie eine Rahmenendsequenz, die 17 Datensymbole und ein anschließendes Pilotsymbol PS umfaßt. Die Pilotsymbole gestatten die Messung von Schwund- und Rauschstreue, um die Decodierung der Turbocodes zu unterstützen. Jeder Rahmen enthält somit 1192 Datensymbole, 48 Pilotsymbole und 40 Einzelwortsymbole.

Wie in Fig. 6b gezeigt, umfassen die Datensymbole in jedem Rahmen zwei Teilrahmen SF<sub>1</sub> und SF<sub>2</sub>, deren jeder 596 Symbole von in dem Codierer 28 erzeugten codierten Daten enthält. Gemäß Fig. 6c wird jeder Teilrahmen SF von dem Codierer 28 aus einem entsprechenden, von dem Multiplexer 24 über den Verwürfler 26 ausgegebenen gemultiplexten Rahmen MF<sub>1</sub>, MF<sub>2</sub> erzeugt und umfaßt 1184 Datenbits D und 48 Signaleinheitsbits SU. Wie in Fig. 6d gezeigt, umfaßt jede Datenbitgruppe D in jedem gemultiplexten Rahmen MF zwei von der MTU-Stufe 22 ausgegebene MTU-Rahmen M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> mit jeweils 592 Bits. Somit werden alle 160 ms 2368 Daten übertragen, was eine Benutzerdatenrate von 14,8 kbit/s ergibt.

Die Größe der Verschachtelungsstufe 29 des Codierers 28 ist gleich der jedes gemultiplexten Rahmens MF<sub>1</sub>, MF<sub>2</sub>. In einem Ausführungsbeispiel handelt es sich bei der Verschachtelungsstufe 29 um einen Zufalls-Verschachteler, bei dem der gesamte gemultiplexte Rahmen MF in die Verschachtelungsstufe 29 geladen und der Inhalt anschließend in einer pseudo-zufallsverteilten Reihenfolge an den zweiten Codierer ENC2 ausgegeben wird, um die verschachtelten Paritätsbits q für den codierten Teilrahmen SF zu erzeugen. Für jeden neuen gemultiplexten Rahmen MF werden die Codierer ENC1 und ENC2 zurückgestellt.

Fig. 7a zeigt das Format des Rahmens nach Fig. 5 in einem Inband-Signalmodus. Das Format ist dem nach Fig. 6a ähnlich mit der Ausnahme, daß das spezielle Einzelwort ein Signaleinzelwort UW<sub>s</sub> enthält, das von dem Dateneinzelwort UW<sub>D</sub> verschieden ist und anzeigt, daß der Hauptteil des Rahmens nur Signalinformation enthält. Gemäß Fig. 7b umfaßt der Rahmen F wie in Fig. 6b zwei Teilrahmen SF<sub>1</sub> und SF<sub>2</sub>. Die in Fig. 7c gezeigten gemultiplexten Rahmen MF<sub>1</sub>, MF<sub>2</sub> unterscheiden sich jedoch von denen nach Fig. 6c darin, daß die Datenbits D 1040 Leerbits enthalten, die von dem Multiplexer 24 erzeugt werden und keine Benutzerdaten führen. Der gemultiplexte Rahmen MF enthält zwei Signaleinheitsschlitz SU<sub>1</sub> und SU<sub>2</sub> mit jeweils 96 Bits Signalinformation. Im Inband-Signalmodus dient jeder Signaleinheitsschlitz SU zur Übertragung von Signalnachrichten während des Verbindungsaufbaus und des Freischaltens.

In einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird eine Benutzerdatenrate von 28,8 kbit/s unterstützt. Dabei sind ähnliche Formate wie in dem ersten Ausführungsbeispiel mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Die in Fig. 8 gezeigte Rahmenstruktur ist der nach Fig. 5 mit der Ausnahme ähnlich, daß die Rahmendauer nicht 160 ms sondern 80 ms beträgt.

In Fig. 9a bis 9c sind Formate für einen Datenübertragungsmodus gezeigt, die denen nach Fig. 6a bis 6c mit der Ausnahme ähnlich sind, daß die Dauer der Teilrahmen SF und der gemultiplexten Rahmen MF halbiert ist, obwohl die darin enthaltene Anzahl von Bits gleich bleibt. Das in Fig. 9d gezeigte Format unterscheidet sich dagegen von dem nach Fig. 6d insofern, als die Datenbits D jedes gemultiplexten Rahmens nur einen MTU-Rahmen M von 1184 Bits enthalten. Somit werden alle 80 ms 2368 Bits Benutzerdaten übertragen, was eine Datenrate von 29,6 kbit/s ergibt und ausreicht, eine Benutzerdatenrate von 28,8 kbit/s zu unterstützen.

In Fig. 10a und 10b sind Formate für einen Inband-Signalmodus gezeigt, die denen nach Fig. 7a und 7b mit der Ausnahme ähnlich sind, daß die Dauer der Rahmen F und der Teilrahmen SF halbiert ist. Das Format der Fig. 10c unterscheidet sich allerdings von dem nach Fig. 7c insofern, als jeder gemultiplexte Rahmen MF 1136 Leer-Datenbits D und einen Signaleinheitsschlitz SU von 96 Bits enthält. Dies ergibt im Inband-Signalmodus die gleiche Signalrate wie in dem ersten Ausführungsbeispiel.

In einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird eine Benutzerrate von 56 oder 64 kbit/s unterstützt, was mit einem einzelnen ISDN-Kanal kompatibel ist. Fig. 11 zeigt die Rahmenstruktur, die der nach Fig. 8 ähnlich ist.

In Fig. 12a ist das Rahmenformat im Datenübertragungsmodus gezeigt. Dieses Format unterscheidet sich von dem nach Fig. 10a dadurch, daß in jedem Rahmen F 2688 Symbole übertragen werden. Das Dateneinzelwort UW<sub>D</sub> belegt die ersten 40 Symbole, während der Rest des Rahmens 88 Gruppen zu je 29 Symbolen und ein nachfolgendes Pilotsymbol PS umfaßt, worauf die letzte Gruppe folgt, die nur acht Symbole und kein Pilotsymbol enthält. Wie in Fig. 12b gezeigt, enthalten die Teilrahmen SF jeweils 5120 Bits, die als 1280 Symbole moduliert sind. Gemäß Fig. 12c umfaßt jeder gemultiplexte Rahmen MF 2560 Datenbits D und 48 Signaleinheitsbits SU. Wie in Fig. 12d dargestellt, werden die Datenbits D vom Netz 14 oder vom mobilen Endgerät 4 als ein Rahmen M eingegeben.

In diesem Ausführungsbeispiel werden alle 80 ms 5120 Bits übertragen, was eine Benutzerdatenrate von 46 kbit/s ergibt. Überträgt das Netz 14 oder das mobile Endgerät 4 mit 56 kbit/s, so ist, wie in Fig. 12e gezeigt, jedes achte Datenbit D unbenutzt.

Fig. 13a zeigt das Rahmenformat in einem Inband-Signalmodus des dritten Ausführungsbeispiels. Das Symbolformat ist das gleiche wie bei Fig. 12a mit der Ausnahme, daß anstelle des Dateneinzelwortes UW<sub>D</sub> das Signaleinzelwort UW<sub>s</sub> übertragen wird. Wie in Fig. 13b gezeigt, ist der Rahmen F in gleicher Weise wie in Fig. 12b in zwei Teilrahmen SF<sub>1</sub> und SF<sub>2</sub> unterteilt. Gemäß Fig. 13c umfaßt jeder gemultiplexte Rahmen MF einen Datenschlitz D mit 2512 Leerbits und einen Signaleinheitsschlitz SU von 96 Bits.

Die Merkmale der Formate bei den obigen Ausführungsbeispielen sind in Tabelle 2 zusammengefaßt.

Die Sender- und Empfängerstufen der MES 6 und der LES 10 sind vorzugsweise in einem von mehreren unterschiedlichen Moden entsprechend denen der obigen Ausführungsbeispiele betriebsfähig. Beispielsweise können die Sender- und Empfängerstufen Raten von sowohl 14,4 als auch 28,8 kbit/s über Satellit unterstützen, wobei die Rate während des Verbindungsaufbaus ausgewählt wird.

Tabelle 2

Ausführungsbeispiel	1	2	3
Unterstützte Datenrate (kbit/s)	14,4	28,8	56/64
Modulationsschema	16QAM	16QAM	16QAM
Datenrate (kbit/s)	14,8	29,6	64
Signalrate (kbit/s)	0,6	1,2	1,2
Gesamte Bitrate (kbit/s)	15,4	30,8	65,2
Länge eines MIU-Rahmens (ms)	40	40	40
Größe eines MIU-Rahmens (Bits)	592	1184	5120
Länge eines Teilrahmens (ms)	80	40	40
Datenbits pro Teilrahmen SF	1184	1184	2560
Signalbits pro Teilrahmen SF	48	48	96
Eingangsbits pro Teilrahmen SF	1232	1232	2608
Codierate	0,516778	0,516778	0,509375
Ausgangsbits pro Teilrahmen SF	2384	2384	5120
Ausgangsssymbole pro Teilrahmen SF	596	596	1280
Länge des Rahmens F (ms)	160	80	80
Datensymbole pro Rahmen F	1192	1192	2560
Pilotsymbol-Einfügungsverhältnis	1/26*	1/26*	1/30†
Pilotsymbole pro Rahmen F	48	48	88
Länge des speziellen Einzelworte (Symbole)	40	40	40
Rahmengröße (Symbole)	1280	1280	2688
Symbolrate (10 <sup>3</sup> Symbole/s)	8	16	33,6

\* 1 Pilotsymbol nach jeweils 25 Datensymbolen

† 1 Pilotsymbol nach jeweils 29 Datensymbolen

Die Symbolraten von 8, 16 und  $33,6 \times 10^3$  Symbolen/s sind so gewählt, daß sich der Sender- und der Empfänger-Taktgeber 33, 34 mit einer internen Taktrate bauen lassen, die Synchronisations-Taktimpulse von 8, 16 und 33,6 kHz einfach durch Teilung erzeugen können. Das kleinste gemeinsame Vielfache dieser Taktfrequenzen ist 336 kHz; wird dieser Wert als interne Taktrate verwendet, so ist eine Teilung durch 42, 21 bzw. 10 erforderlich. Geeignete Teiler lassen sich in Hardware ohne weiteres durch eine kleine Anzahl von Divisionen durch Primärzahlen bis zu 7 ausführen.

Die Eingangsdatenraten von 14,4, 28,8, 56 und 64 kbit/s haben als kleinstes gemeinsames Vielfaches den Wert von 4032 kbit/s. Soweit die Symbolraten zu den Eingangsdatenraten proportional sind, muß die interne Taktrate des Sender- und des Empfänger-Taktgebers 34, 35 durch 280, 140, 72 bzw. 63 dividiert werden.

Durch Variieren der Codierate für verschiedene Eingangsdatenraten und durch geeignete Auswahl von Rahmenformaten lassen sich somit die Anforderungen für den Entwurf der Sender- und Empfänger-Taktgeber vereinfachen.

#### Telefaxanwendung

Anwendungen der obigen Ausführungsbeispiele auf Telefaxübertragung werden nachstehend anhand von Fig. 14a bis 14c und 15a bis 15c beschrieben. In diesem Fall enthalten das mobile Endgerät 4 und das feste Endgerät 18 jeweils ein Telefaxgerät oder einen Computer, der Telefaxprotokolle, etwa gemäß der ITU-Empfehlung T.30, ausführt.

Fig. 14a zeigt die MIU-Rahmen M gemäß Fig. 6d, wobei jeder 592 Bits enthält. Gemäß Fig. 14b ist jeder MIU-Rahmen in vier Blöcke unterteilt, deren jeder ein Steuerfeld C<sub>1</sub> bis C<sub>4</sub> von 16 Bits und einen Datenblock B<sub>1</sub> bis B<sub>4</sub> von 144 Bits umfaßt.

Fig. 15a zeigt die MIU-Rahmen M gemäß Fig. 9d, wobei jeder 1184 Bits enthält. Gemäß Fig. 15b ist jeder MIU-Rahmen in vier Blöcke unterteilt, deren jeder ein Steuerfeld C<sub>1</sub> bis C<sub>4</sub> von 32 Bits und einen Datenblock B<sub>1</sub> bis B<sub>4</sub> von 288 Bits umfaßt. Wie in Fig. 15c gezeigt, ist jedes Steuerfeld C in ein 16-Bit-Reservfeld und ein 16-Bit-Steuerfeld unterteilt.

Die in jedem Datenblock B für verschiedene Ende-Ende-Telefaxdatenraten verwendeten Bits ist in der nachstehenden Tabelle 3 angegeben. Die anderen Bits werden nicht benutzt.



Tabelle 3

Faxdatenrate (kbit/s)	Ausführungsbeispiel 1	Ausführungsbeispiel 2
0,3	$6k+n$ ; $k = 0$ to 23; $n = 1^*$	$12k+n$ ; $k = 0$ to 23; $n = 1^*$
2,4	$6k+n$ ; $k = 0$ to 23; $n = 1$	$12k+n$ ; $k = 0$ to 23; $n = 1$
4,8	$3k+n$ ; $k = 0$ to 47; $n = 1$	$6k+n$ ; $k = 0$ to 47; $n = 1$
7,2	$2k+n$ ; $k = 0$ to 71; $n = 1$	$4k+n$ ; $k = 0$ to 71; $n = 1$
9,6	$3k+n$ ; $k = 0$ to 47; $n = 1$ to 2	$3k+n$ ; $k = 0$ to 95; $n = 1$
12	$6k+n$ ; $k = 0$ to 23; $n = 1$ to 5	$12k+n$ ; $k = 0$ to 23; $n = 1$ to 5
14,4	alle Schlitze	$2k+n$ ; $k = 0$ to 143; $n = 1$
16,8	nicht verfügbar	$12k+n$ ; $k = 0$ to 23; $n = 1$ to 7
19,2	nicht verfügbar	$3k+n$ ; $k = 0$ to 95; $n = 1$ to 2
21,6	nicht verfügbar	$4k+n$ ; $k = 0$ to 71; $n = 1$ to 3
24	nicht verfügbar	$6k+n$ ; $k = 0$ to 47; $n = 1$ to 5
26,4	nicht verfügbar	$12k+n$ ; $k = 0$ to 23; $n = 1$ to 11
28,8	nicht verfügbar	alle Schlitze

\*Jedes Bit wird 8 mal wiederholt

#### Multimedia-Anwendung

Fig. 16 ist ein Protokolldiagramm, das ein Ausführungsbeispiel von Multimedia-Protokollen zeigt, wie sie von dem festen Endgerät 18, dem Netz 14, der LES 10, der MES 6 und dem mobilen Endgerät 4 in dem System nach Fig. 1 ausgeführt werden.

In diesem Ausführungsbeispiel umfaßt das feste Endgerät 18 einen PC 18a, auf dem Multimedia-Telekonferenzsoftware läuft und der den ITU-Empfehlungen H.324 entspricht, die die Standards für Telekonferenzübertragungen mit geringer Bitrate über ein PSTN-Netz definieren. Die Rahmeneinteilung der Multimedia-Daten ist dabei entsprechend der ITU-Empfehlung H.223 ausgeführt. Der PC ist über einen physischen RS232-Anschluß an ein PSTN-Modem 18b angeschlossen und kommuniziert mit diesem unter Verwendung von Protokoll und Zeitsteuerung gemäß ITU V.80.

Das PSTN-Modem 18b beendet das V.80-Protokoll und kommuniziert über das Netz 14, bei dem es sich im vorliegenden Fall um ein PSTN-Netz handelt, mit der LES 10 unter Verwendung eines synchronen V.34-Protokolls mit H223-Rahmeneinteilung. Die LES 10 kommuniziert mit der MES 6 unter Verwendung des oben in Verbindung mit dem zweiten Ausführungsbeispiel beschriebenen Modus mit 28,8 kbit/s.

Die MES 6 kommuniziert mit dem mobilen Endgerät 4 unter Verwendung des V.80-Protokolls und eines physischen RS232-Anschlusses. Das mobile Endgerät 4 führt die H.223- und H.324-Protokolle transparent von einem Ende zum anderen mit dem festen Benutzergerät 18 aus. Bei dem mobilen Benutzergerät 4 handelt es sich im vorliegenden Fall um einen tragbaren PC, auf dem Multimedia-Telekonferenzsoftware läuft, die mit der auf dem festen Benutzergerät PC laufenden Software kompatibel ist.

Das für Multimedia-Übertragungen benutzte KanalfORMAT ist das gleiche, wie es für Telefaxübertragungen in dem zweiten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 15 benutzt wird, wobei das gleiche Raten-Adaptationsformat verwendet wird, wie es oben anhand der Tabelle 3 für das zweite Ausführungsbeispiel beschrieben wurde.

Im folgenden wird anhand von Fig. 17 ein weiteres Merkmal beschrieben, das sich bei den Rahmenformaten des ersten, zweiten und/oder dritten Ausführungsbeispiels anwenden läßt. Die Anordnung unterscheidet sich von der nach Fig. 5 dadurch, daß am Beginn eines Rahmenbündels F im Anschluß an eine Stilleperiode auf dem SCPC-Kanal ein kurzes Vorwort P übertragen wird. Es wird hier auf die gleichzeitig eingereichte Patentanmeldung (Vertreterakte: DEA-37232) Bezug genommen, deren Inhalt zu einem Teil der vorliegenden Offenbarung gemacht wird, soweit er sich auf ein Daten-träger-Aktivierungsverfahren für einen Satellitenkanal mit 64 kbit/s ähnlich dem des dritten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Anmeldung bezieht. In dem gleichen Modulationsschema, wie es in Fig. 4 gezeigt ist, umfaßt das Trägerwort eine wiederholte Sequenz des folgenden 16QAM-Symbols:

Tabelle 4

Vorwort

5	$I_1$	0
	$I_0$	1
	$Q_1$	0
10	$Q_0$	0

Die Anzahl von in dem Trägerwort übertragenen Trägerwortsymbolen hängt von dem jeweiligen Ausführungsbeispiel folgendermaßen ab:

Tabelle 5

20	Ausführungsbeispiel	Anzahl der Symbole	Symbolrate ( $10^3$ Symbole/s)
	1	4	8
	2	8	16
25	3	16	33,6

Das Vorwortsymbol hat einen Energiepegel entsprechend dem mittleren Energiepegel der 16QAM-Konstellation, wobei das Vorwort P ein Signal mit konstantem Energiepegel und einer Länge von etwa 500  $\mu$ s darstellt. Die Übertragung des Vorwortes P unterstützt die automatische Pegelsteuerung unter Verwendung einer Rückkopplungsschleife in einem Hochleistungsverstärker (HPA) in dem 16QAM-Modulator 32 derart, daß sich die Übertragungsleistung innerhalb von 500 ms oder weniger auf den erforderlichen Pegel bringen läßt. Würde das Vorwort P nicht am Beginn jedes Bündels übertragen, so würde die Übertragung mit einem speziellen Einzelwort UW beginnen, das keinen konstanten Energiepegel aufweist, und die automatische Pegelsteuerung würde über eine Periode von wesentlich länger als 500  $\mu$ s keinen stabilen Wert erreichen.

Die verschiedenen Ausführungsbeispiele sind oben anhand von Funktionsblöcken beschrieben worden. Die Funktionen von mehr als einem dieser Blöcke können jedoch auch durch eine einzelne Einheit ausgeführt werden; umgekehrt kann die Funktion eines dieser Blöcke auch von mehreren diskreten Einheiten ausgeführt werden.

Die oben beschriebenen Rahmenformate lassen sich auch auf andere Dienstarten anwenden. Ferner können die Formate selbst modifiziert werden und dabei doch ihre vorteilhaften Wirkungen entfalten. Auch diese und weitere Varianten können in den durch die Ansprüche definierten Schutzbereich fallen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Formatieren von Daten zur Übertragung über Satellit, **dadurch gekennzeichnet**, daß Daten empfangen und in einem Format ausgegeben werden, das ein oder mehrere Rahmen konstanter Länge aufweist, wobei jeder Rahmen einen Rahmen-Header und mehrere jeweils durch ein vorgegebenes Pilotsignal voneinander getrennte Datenblöcke konstanter Länge umfaßt, wobei das Datenblockverhältnis der Länge jedes Datenblocks zu der des Pilotsignals 25 oder 29 beträgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Rahmen einen Kurzblock aufweist und das Kurzblockverhältnis der Länge des Kurzblocks zu der des Pilotsignals 17 oder 8, entsprechend dem Datenblockverhältnis von 25 bzw. 29, beträgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Pilotsignal ein einzelnes Modulationssymbol und jeder Block eine von dem betreffenden Verhältnis bestimmte Anzahl von Modulationssymbolen aufweist.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Symbole bei einem Datenblockverhältnis von 25 mit einer Rate von 8 oder  $16 \times 10^3$  Symbolen/s und bei einem Datenblockverhältnis von 29 mit einer Rate von  $33,6 \times 10^3$  Symbolen/s übertragen werden.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ausgangsdaten über L-Band übertragen werden.
6. Verfahren zum Formatieren von Daten zur Übertragung über Satellit, **dadurch gekennzeichnet**, daß Benutzerdaten von einem Benutzergerät empfangen werden, daß auf den Status einer Verbindung über Satellit bezogene Signaldaten empfangen werden, und daß in einem Datenmodus die Benutzerdaten und die Signaldaten in einem Format ausgegeben werden, das mehrere Datenrahmen umfaßt, deren jeder einen aus den Benutzerdaten abgeleiteten Datenteil und einen aus den Signaldaten abgeleiteten ersten Signalteil aufweist, während in einem Signalmodus die Signaldaten in einem Format ausgegeben werden, das mehrere Signalrahmen umfaßt, deren jeder einen aus den Signaldaten abgeleiteten zweiten Signalteil und einen nicht von den Benutzerdaten oder den Signaldaten abgeleiteten Leerteil aufweist, wobei die Ausgangsdaten in beiden Moden mit einer vorgegebenen Codierate zur Fehlerkorrektur codiert werden.



- und die Codiertrate im Datenmodus gleich der im Signalmodus ist.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge des ersten Signalteils 48 Bit beträgt.
  8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge des Datenteils 1184 oder 2560 Bits beträgt.
  9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Signalteil einen oder zwei Blöcke von 96 Bits enthält. 5
  10. Verfahren zum Formatieren von Daten zur Übertragung über Satellit, dadurch gekennzeichnet, daß Benutzerdaten von einem Benutzergerät in einem Format empfangen werden, das Benutzerdatenrahmen mit jeweils vier Teilrahmen gleicher Länge aufweist, und daß die Benutzerdaten in einem Format ausgegeben werden, das mehrere Ausgangsdatenrahmen aufweist, deren jeder den Dateninhalt einer ganzen Zahl von Benutzerdatenrahmen umfaßt. 10
  11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Teilrahmen einen Benutzerdateninhalt von 144 oder 288 Bit aufweist.
  12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Benutzerdaten Telefax- oder Videodaten enthalten. 15
  13. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgangsdaten unter Erzeugung codierter Daten einer Vorwärts-Fehlerkorrekturcodierung unterzogen werden.
  14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Codierung eine Turbocodierung der Ausgangsdaten enthält.
  15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die codierten Daten moduliert und an den Satellit gesendet werden. 20
  16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Modulation mit einer 16QAM-Modulation arbeitet.
  17. Satelliten-Nachrichtensystem mit mehreren Benutzergeräten und mindestens einer Bodenstation, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Benutzergerät zur Kommunikation mit der Bodenstation über mindestens einen Satellit ausgelegt ist, daß die Benutzergeräte und/oder die Bodenstation zum Datenempfang bei mindestens einer aus einer Gruppe von Eingangsdatenraten und zum Aussenden der Benutzerdaten bei einer entsprechenden aus einer Gruppe von Ausgangsdatenraten ausgelegt ist, wobei das Verhältnis zwischen der Eingangs- und der entsprechenden Ausgangsdatenrate für jede Eingangsdatenrate anders ist, und wobei das Verhältnis zwischen jeder Eingangsdatenrate und dem kleinsten gemeinsamen Vielfachen der Gruppe von Eingangsdatenraten kleiner ist als das Verhältnis zwischen jeder Ausgangsdatenrate und dem kleinsten gemeinsamen Vielfachen der Gruppe von Ausgangsdatenraten. 25
  18. System nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppe von Ausgangsdatenraten 8, 16 und  $33,6 \times 10^3$  Symbole/s umfaßt.
  19. System nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppe von Eingangsdatenraten 14,4, 28,8 und 64 kbit/s, gegebenenfalls auch 56 kbit/s, umfaßt. 30
  20. Verfahren zum Übertragen von Daten über Satellit an ein Empfangsgerät, dadurch gekennzeichnet, daß die Daten in einem Format übertragen werden, das mehrere SCPC-Rahmen aufweist, deren jeder eine Sequenz von 16QAM-Symbolen umfaßt, wobei die Sequenz eine vorgegebene Synchronisiersequenz von 40 Symbolen, eine Folge von Datenfeldern mit jeweils 25 oder 29 Symbolen mit einem anschließenden einzelnen Pilotsymbol sowie ein Datenendfeld aufweist, das bei einer Datenfeldlänge von 25 oder 29 Symbolen 17 bzw. 18 Symbole umfaßt. 35
  21. Signal, gekennzeichnet durch einen Frequenzträger, der mit einer in mehreren Rahmen angeordneten Sequenz von 16QAM-Symbolen moduliert ist, wobei jeder Rahmen eine Sequenz von 16QAM-Symbolen umfaßt, und wobei die Sequenz eine vorgegebene Synchronisiersequenz von 40 Symbolen, eine Folge von Datenfeldern mit jeweils 25 oder 29 Symbolen mit einem anschließenden einzelnen Pilotsymbol sowie ein Datenendfeld aufweist, das bei einer Datenfeldlänge von 25 oder 29 Symbolen 17 bzw. 18 Symbole umfaßt. 40
  22. Gerät zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 16 und 20. 45
  23. Verfahren zum Übertragen eines Datenbündels über Satellit an ein Empfangsgerät, dadurch gekennzeichnet, daß das Datenbündel in einem Format übertragen wird, das eine Sequenz von Datenmodulationssymbolen mit unterschiedlichen Energiepegeln umfaßt, wobei der Sequenz eine Sequenz von Vorwort-Modulationssymbolen mit konstantem Energiepegel vorausgeht. 50
  24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Energiepegel der Vorwort-Modulationssymbole im wesentlichen gleich ist dem mittleren Energiepegel der Sequenz von Datenmodulationssymbolen.
  25. Datenbündelsignal, gekennzeichnet durch einen mit einer Sequenz von Datenmodulationssymbolen unterschiedlicher Energiepegel modulierten Frequenzträger, wobei der Sequenz eine Sequenz von Vorwort-Modulationssymbolen mit konstantem Energiepegel vorausgeht. 55

---

Hierzu 13 Seite(n) Zeichnungen

---

**FIG. 1**

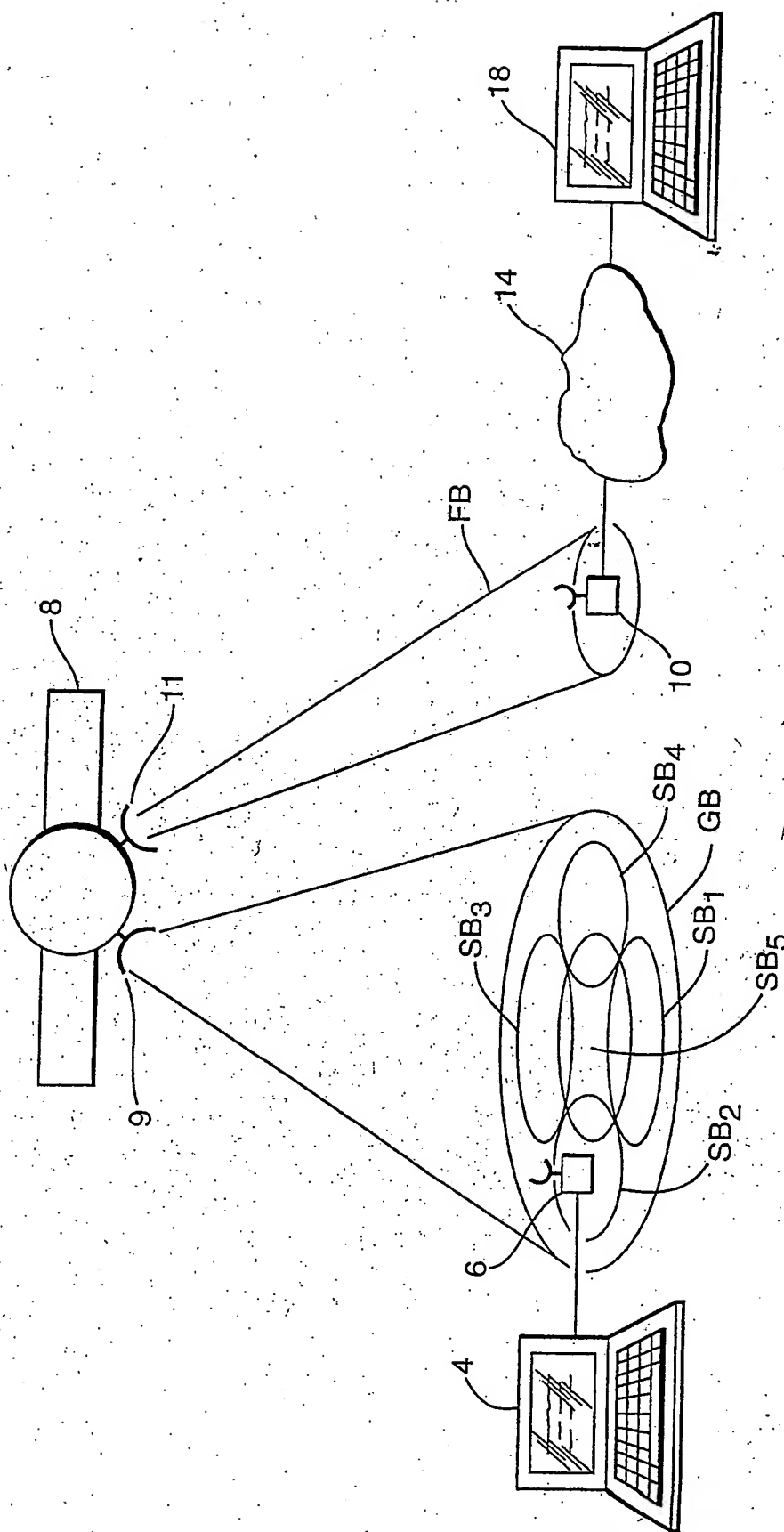


FIG. 2a

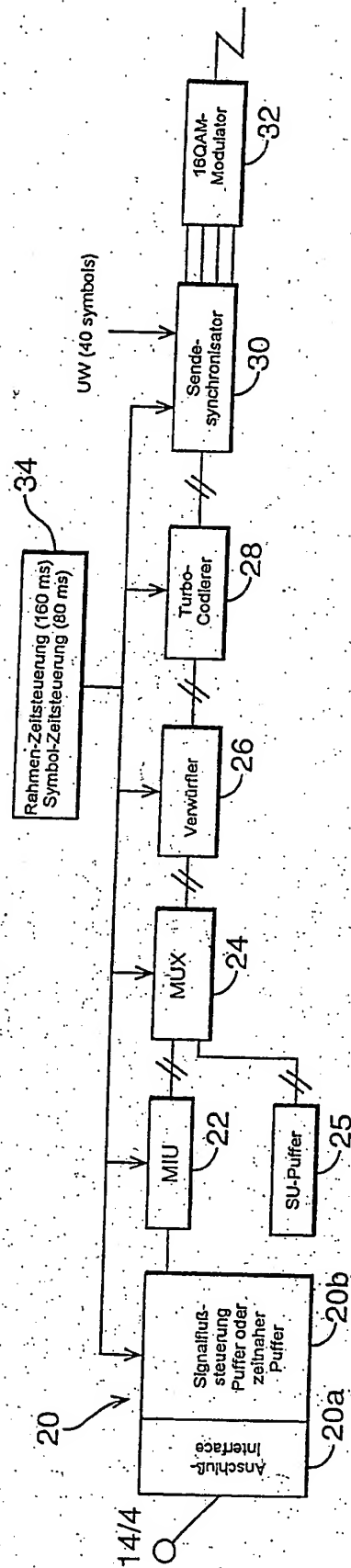


FIG. 2b

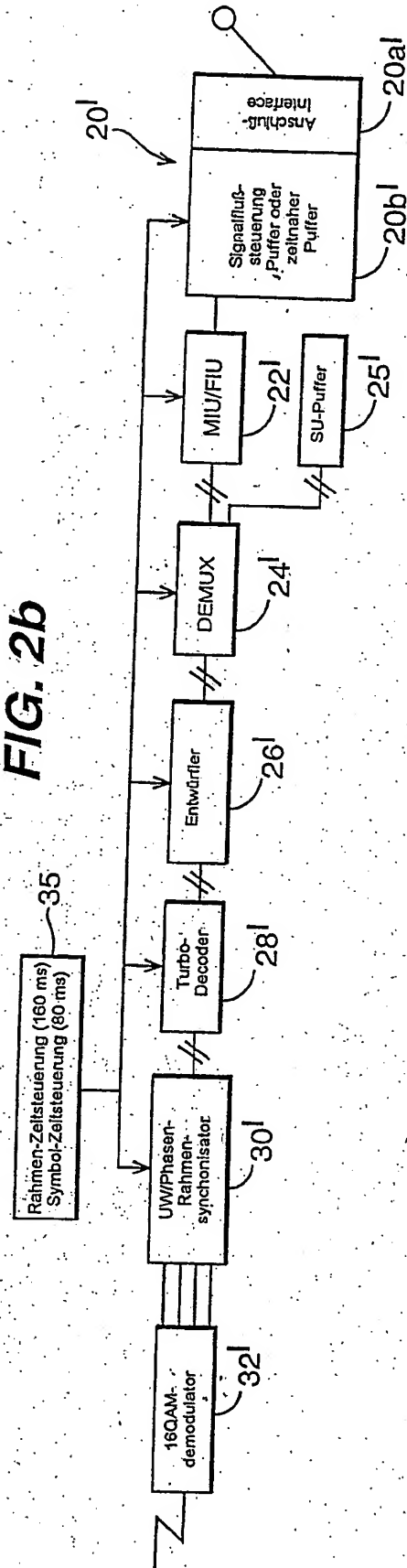
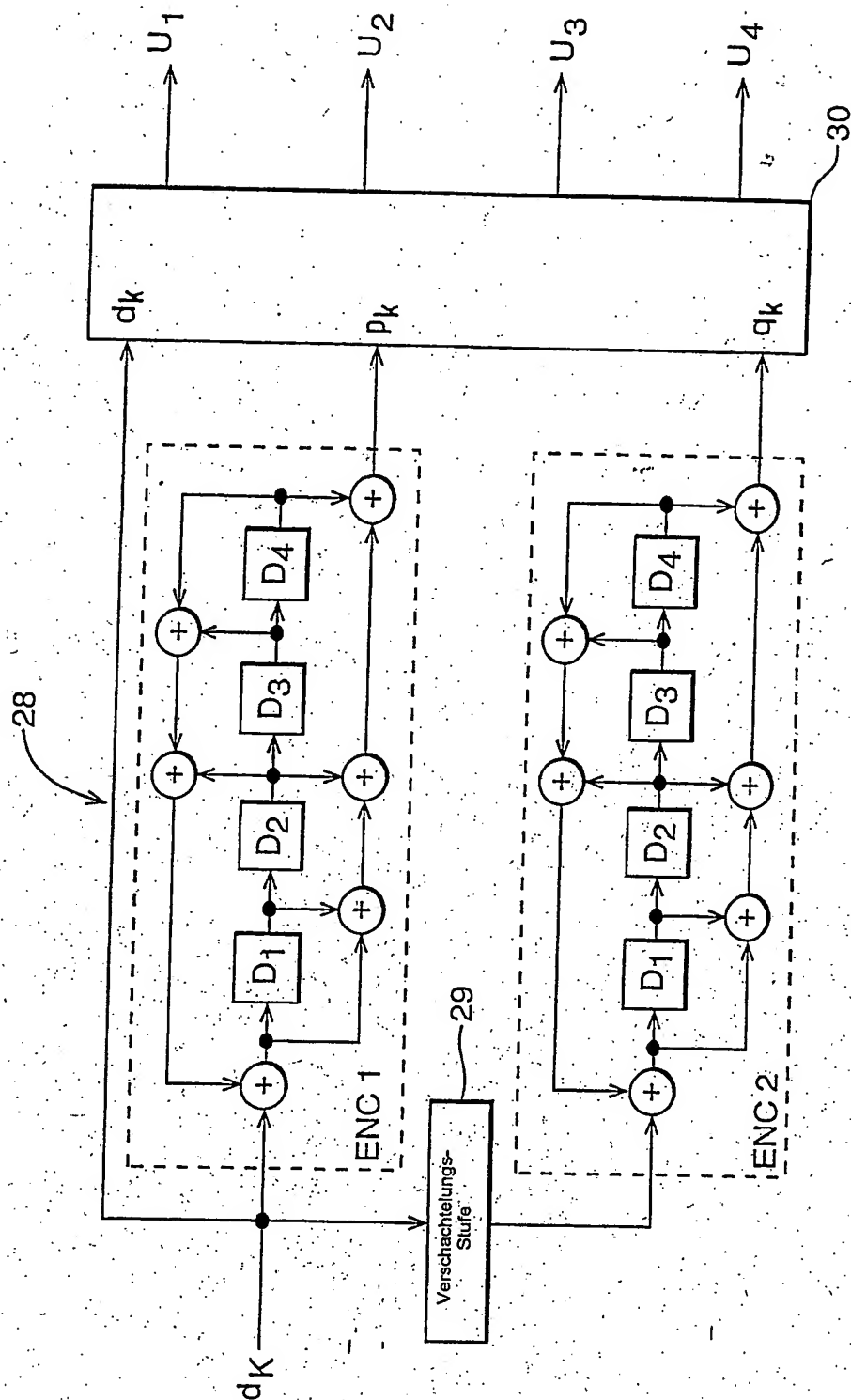
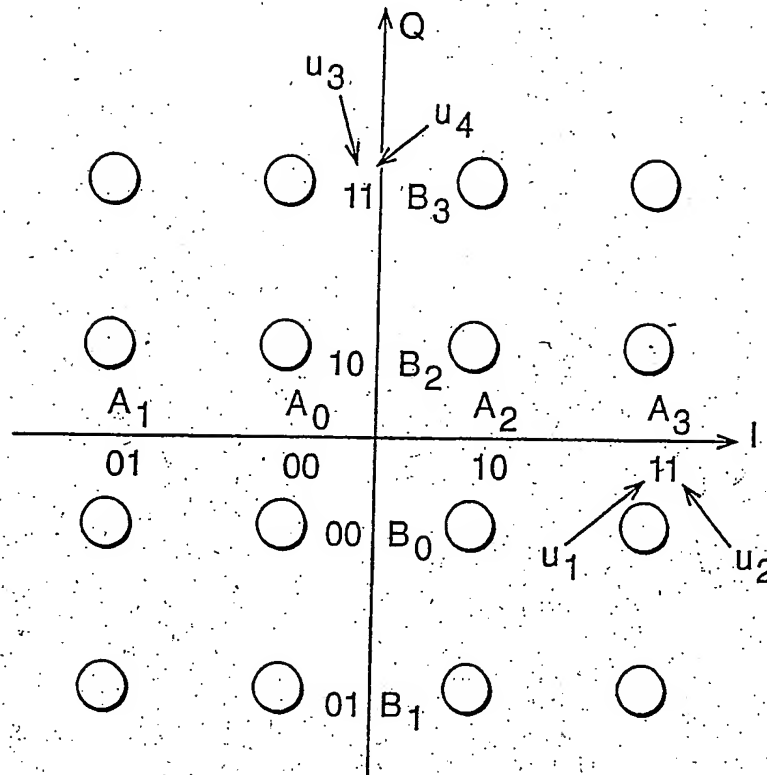


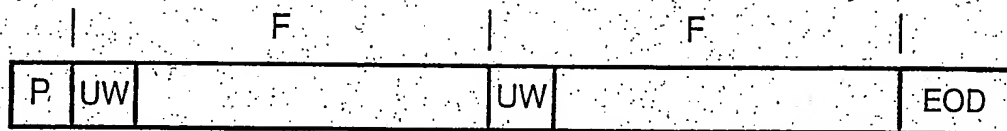
FIG. 3



**FIG. 4**



**FIG.17**



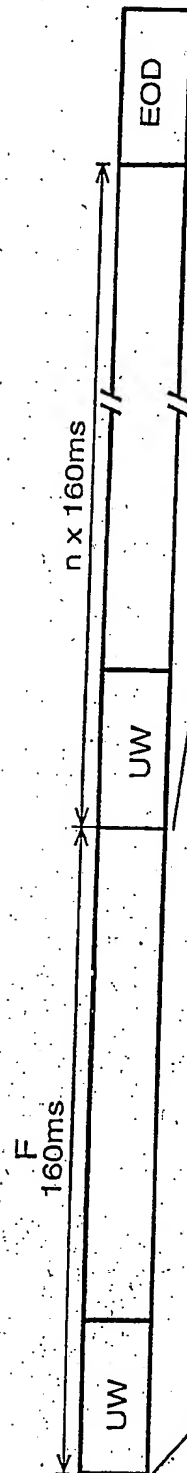


FIG. 5

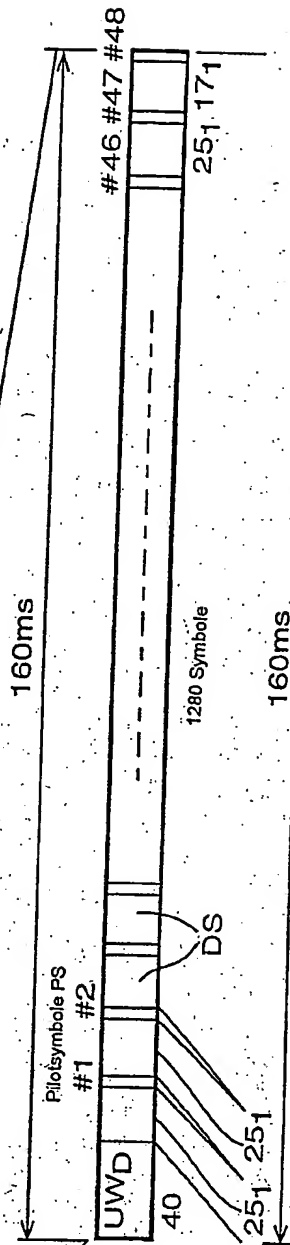


FIG. 6a

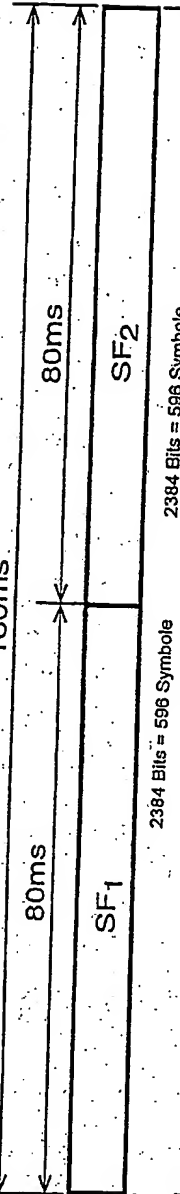


FIG. 6b

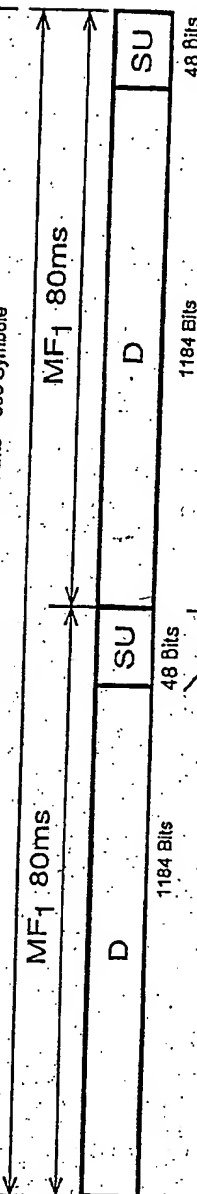


FIG. 6c

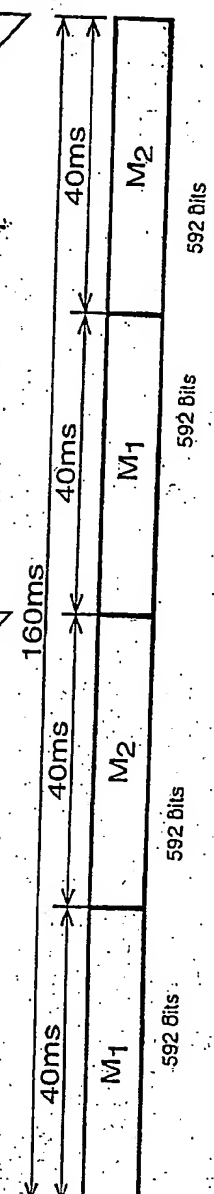


FIG. 6d

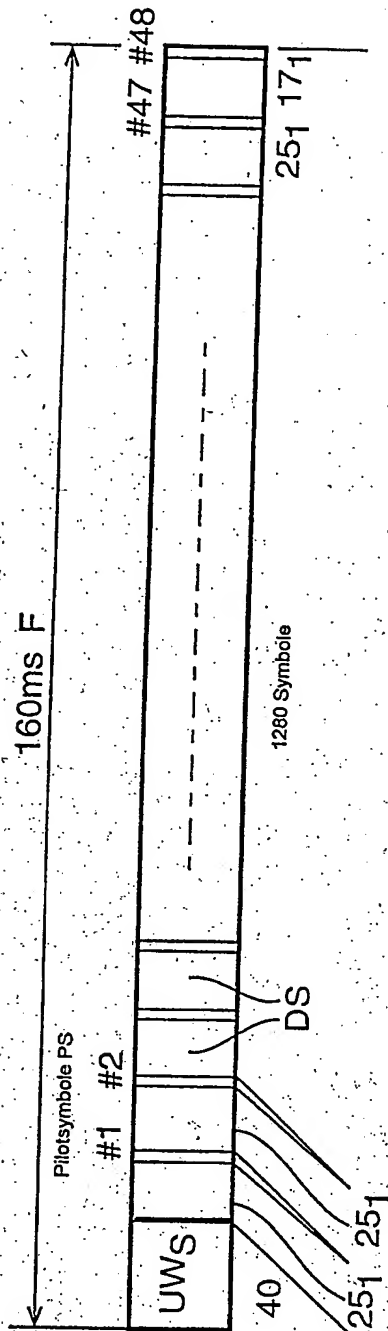


FIG. 7a

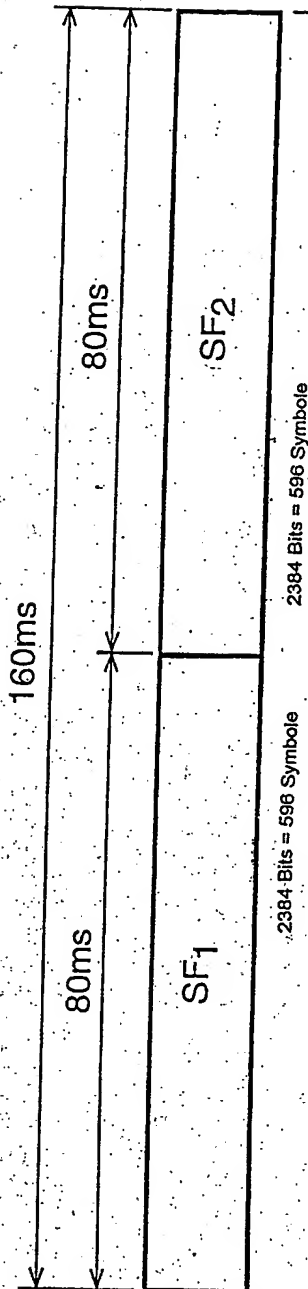


FIG. 7b

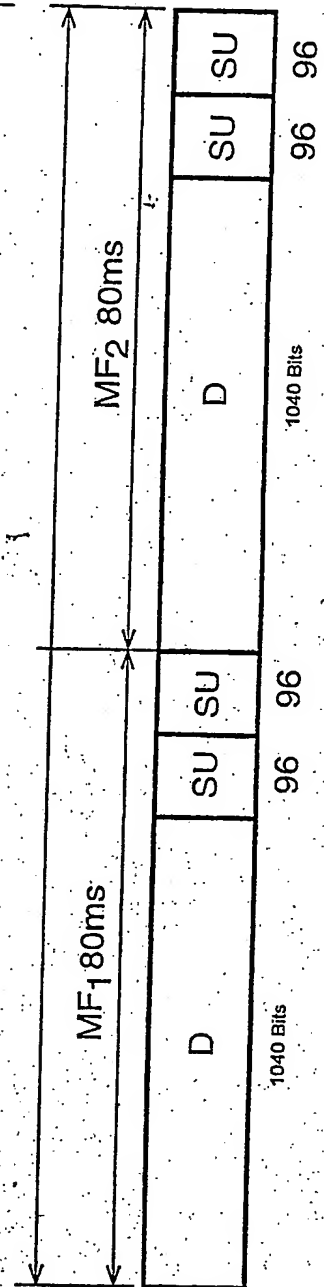


FIG. 7c



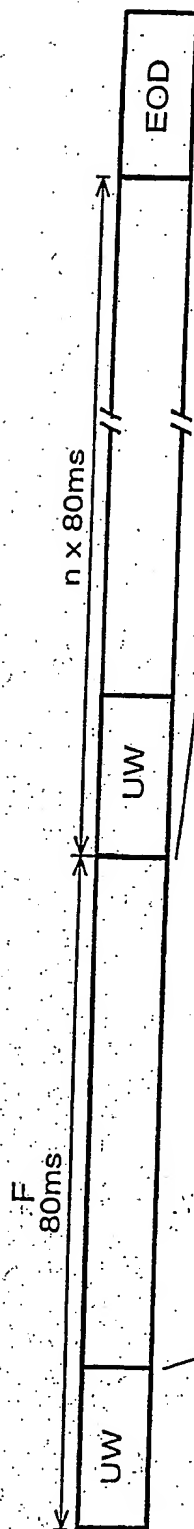


FIG. 8

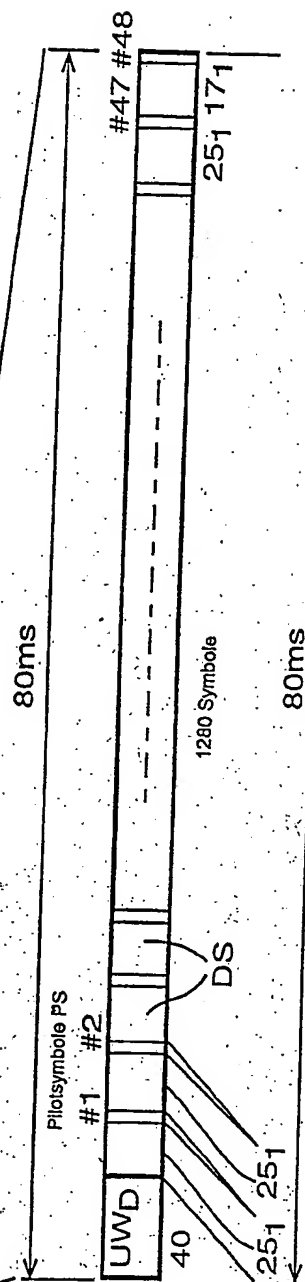


FIG. 9a

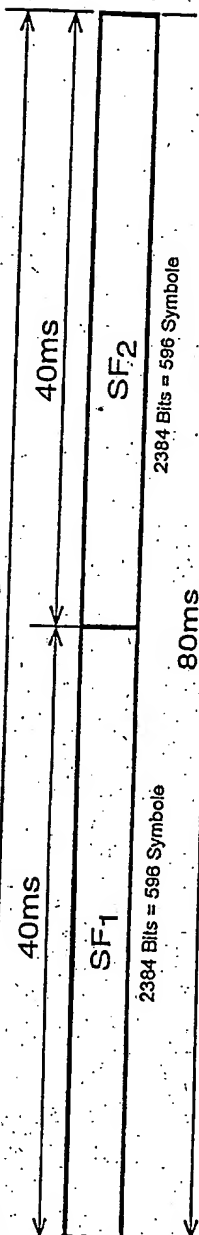


FIG. 9b

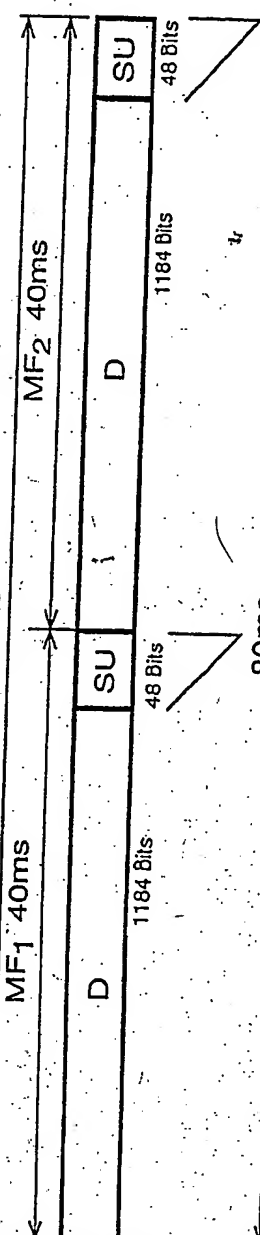


FIG. 9c

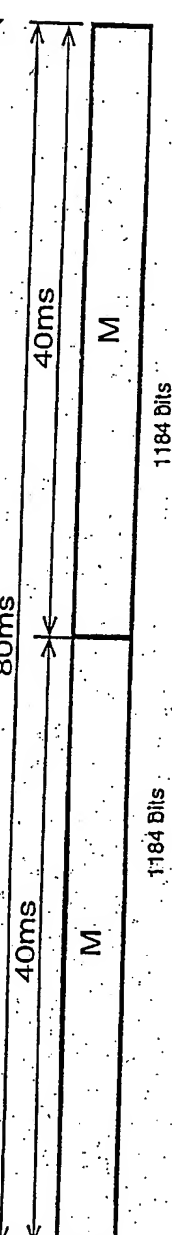


FIG. 9d

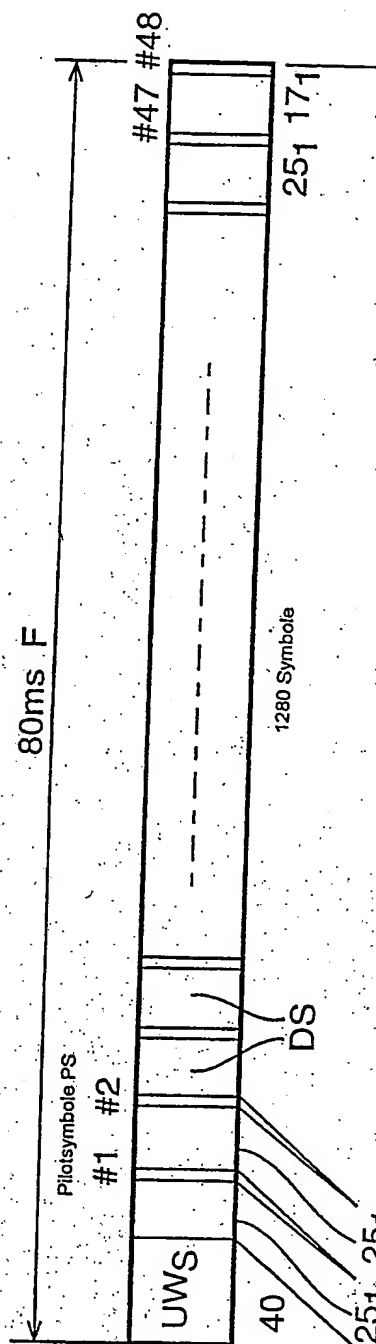


FIG. 10a

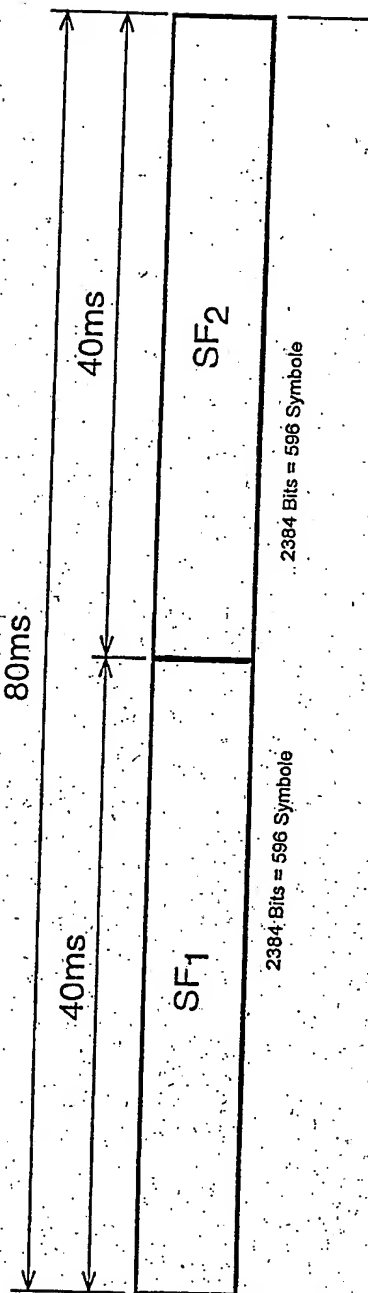


FIG. 10b

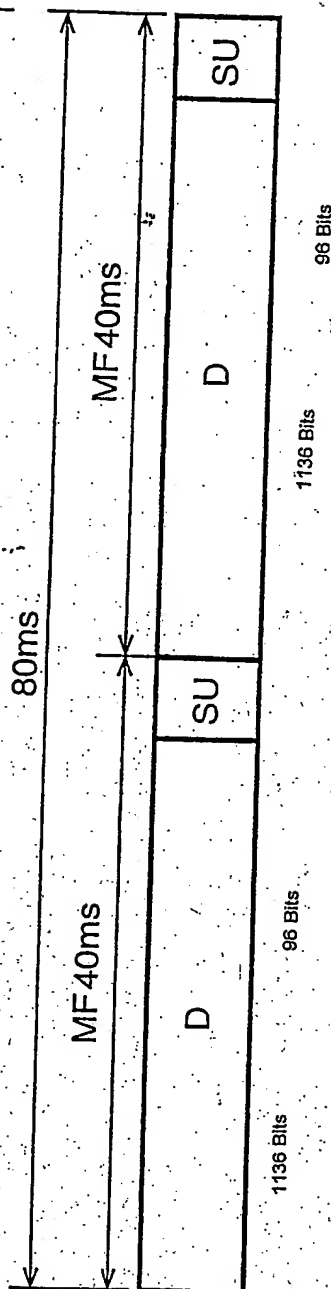
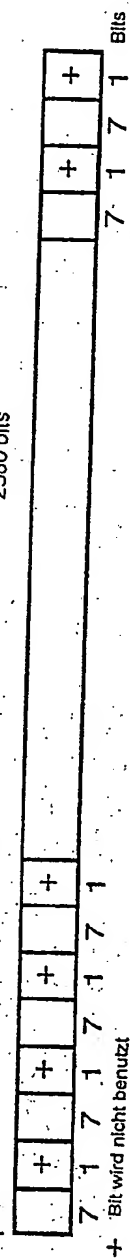
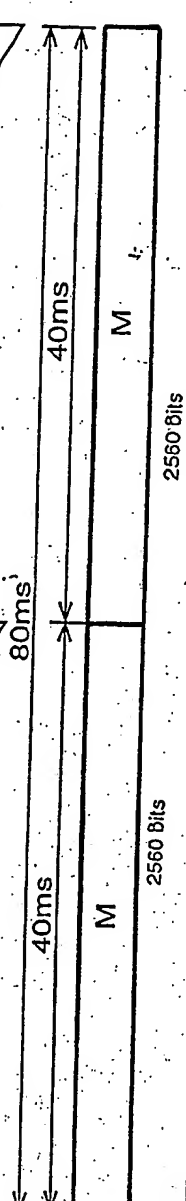
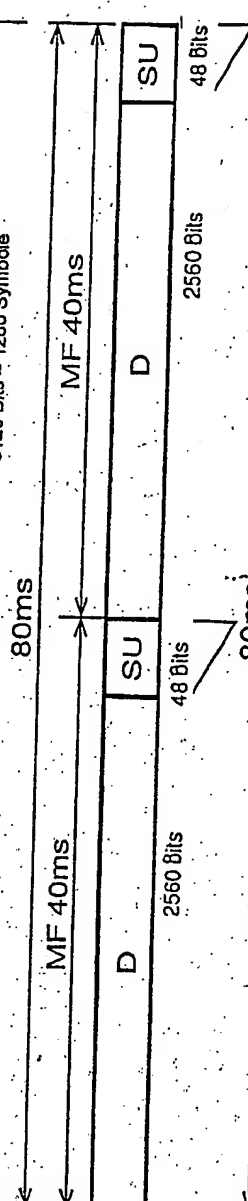
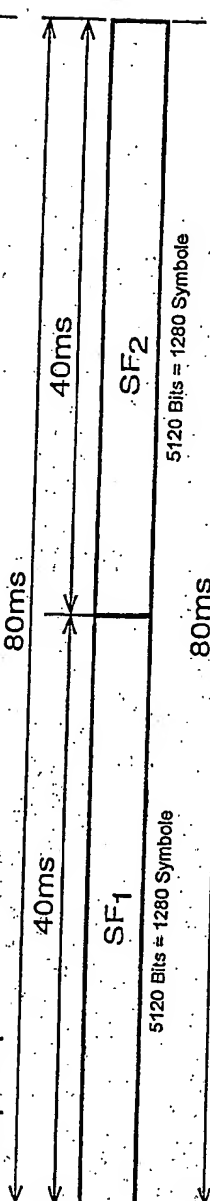
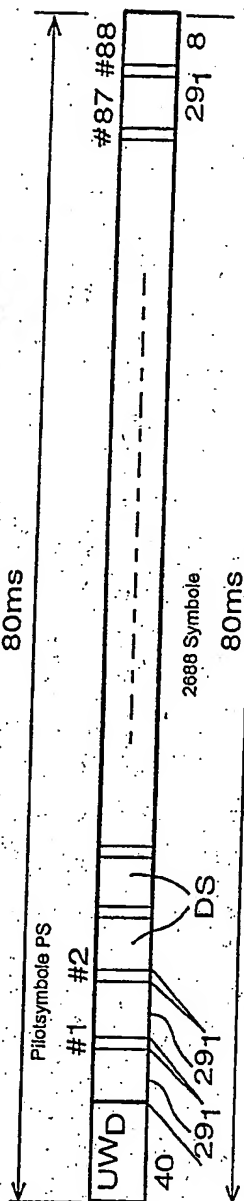
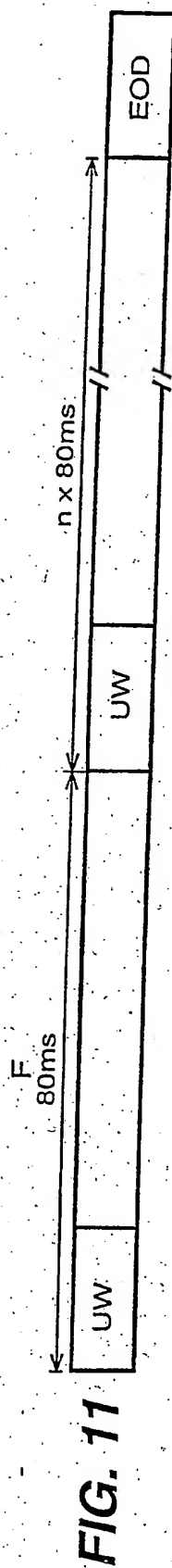


FIG. 10c



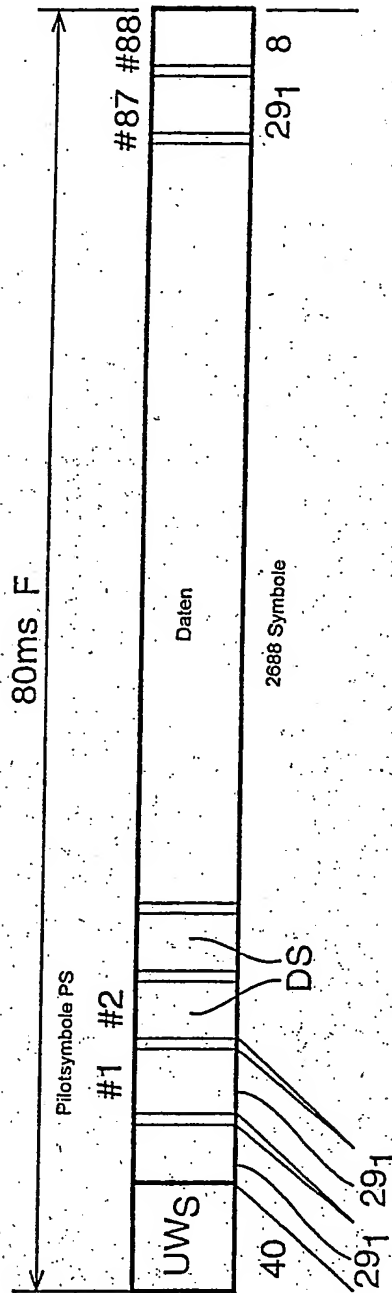


FIG. 13a



FIG. 13b

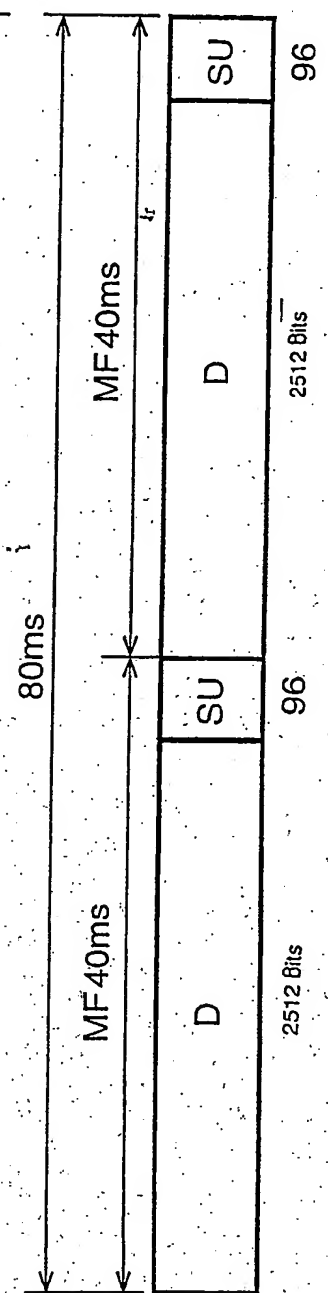
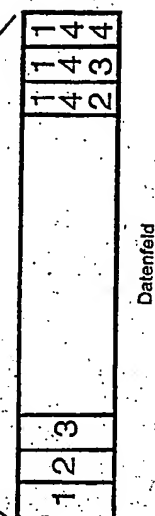
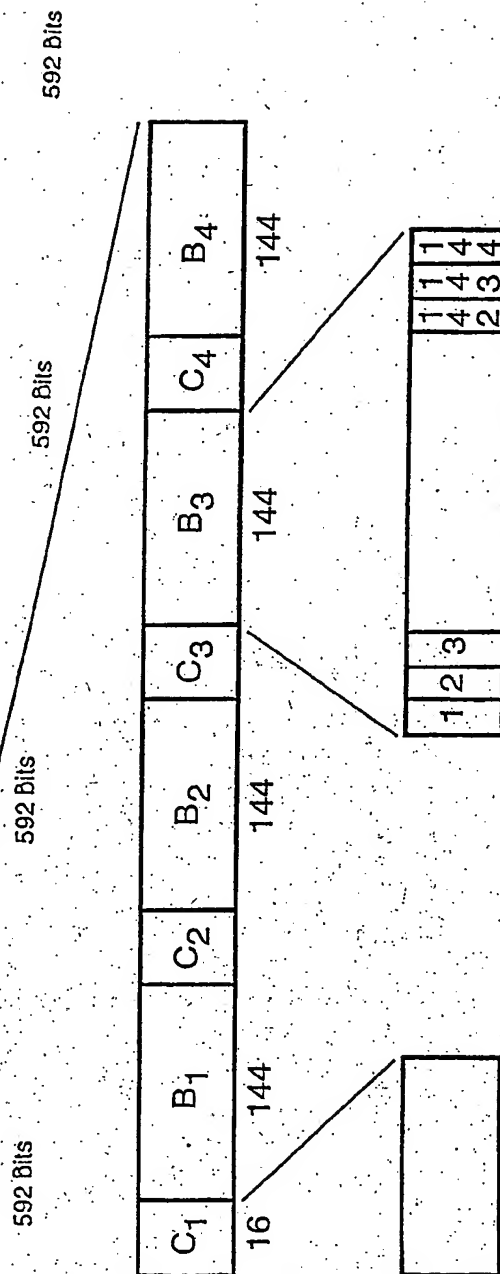
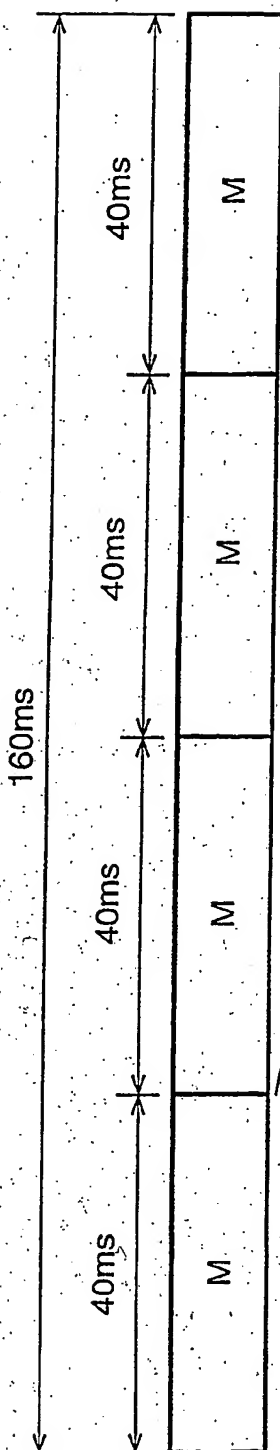


FIG. 13c



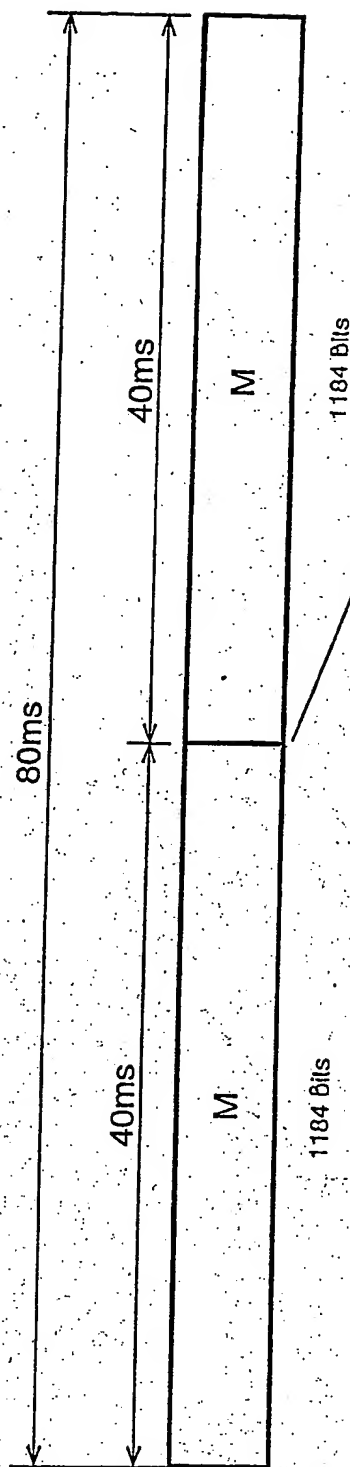


FIG. 15a

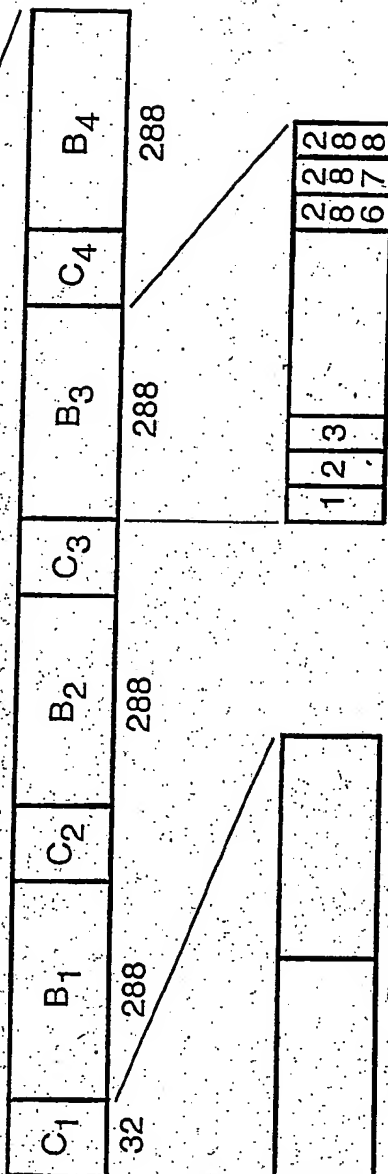
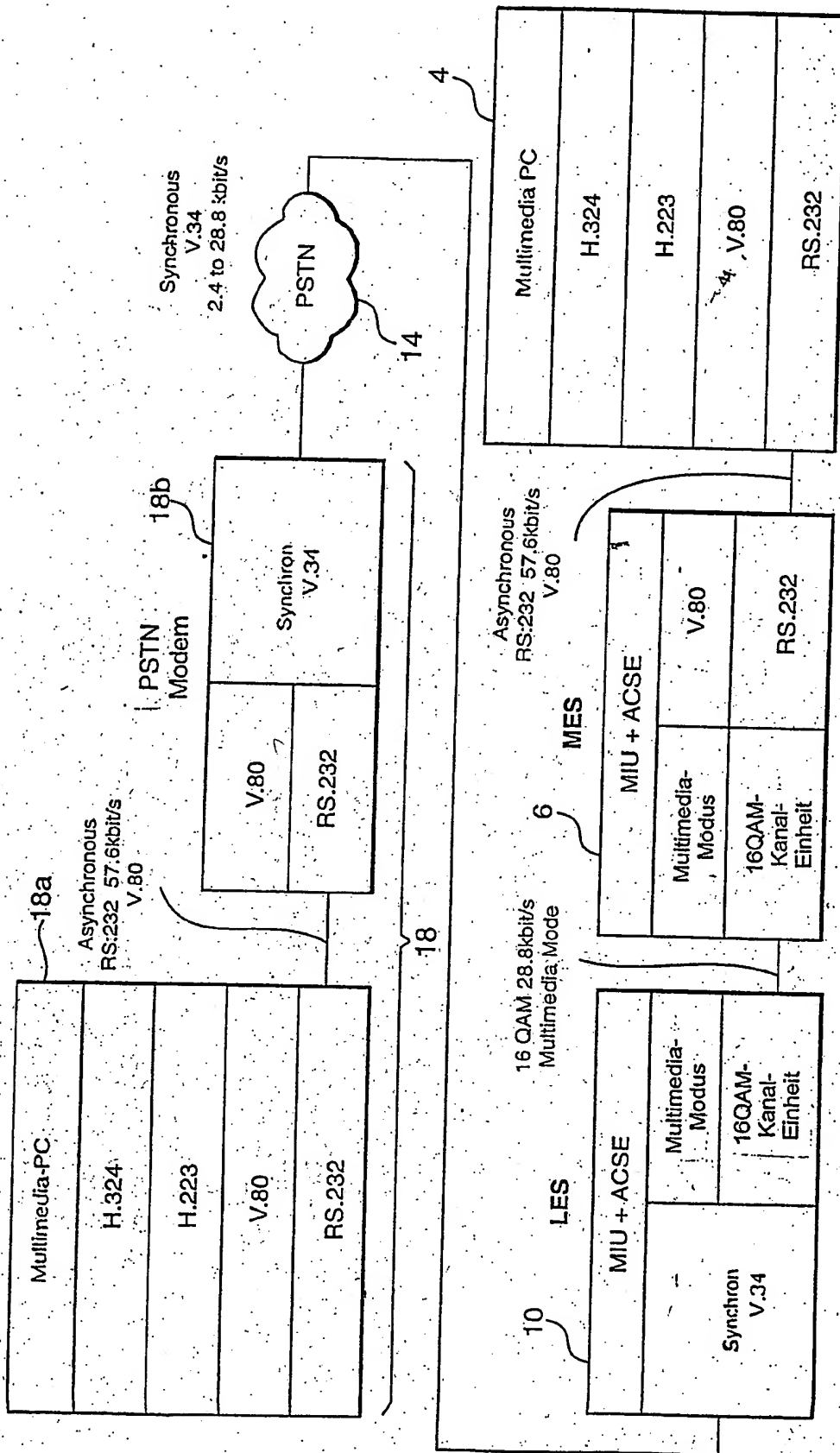


FIG. 15b

FIG. 15c

Datenfeld

FIG. 16





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**